الخواص الميكانيكية للمعادن وخلائطها واختباراتها

د.حسن هدلة

علم المواد

أهم الاختبارات التي تجري على المعادن والخلائط المعدنية:

1-اختبارات تصميمية. 2-اختبارات في ظروف مغايرة. 3- اختبارات تكنولوجية. 4- اختبارات لا إتلافية.

اختبارات تصميمية

هي اختبارات أساسية بالنسبة للصناعة وهي اختبارات إتلافية في كل أنواعها ما عدا اختبار القساوة الستاتيكية

اختبارات إتلافية: اختبارات يتم فيها تعريض هذه المادة لاختبار حيث تبقى تحت هذا الاختبار حتى تتغير خصائصها (إتلافها).

وتسجل البيانات والمعلومات اللازمة خلال هذا التغير في خصائص المادة (خلال فترة الاختبار).

وتهدف هذه الاختبارات إلى الحصول على نتائج حسابية تفيدنا في تصميم جزء ميكانيكي أو جزء من آلة وتعد من أهم الاختبارات الميكانيكية و تقسم إلى:

✓ **اختبارات ستاتيكية:** حيث تتم تحت تأثير حمولات منتظمة ثابتة أو ذات تغيّر بطيء جداً نذكر منها:

a) اختبار الشد **tensile strength**.
b) اختبار الضغط **compression test**.
c) اختبار الإنحناء **bending test**.
d) اختبار القص **shearing test**.
e) اختبار الفتل **torsion test**.
f) اختبار القساوة الستاتيكية **hardness test**.

✓ **اختبارات ديناميكية:** تجري على عينات تحت تأثير حمولة فجائية (متغيرة) وتقسم إلى:

a) اختبار القساوة الديناميكية: ندرس منها: اختبار القساوة الديناميكية لغريفن **Griven** وبولدي **poldi** وهما باختصار مدى ارتداد الكرة عند صدمها بالعينة وسيأتي تفصيلها لاحقاً.

b) اختبار الصدم **(impact test)**.

اختبارات في ظروف مغايرة

إجراء الاختبارات الأخرى ولكن تحت ظروف أخرى كدرجات الحرارة المرتفعة أو في وسط كيميائي معين أو ... نذكر منها:

a) اختبار الزحف **creep test**: مثل اختبار تحمل معدن محرك الطائرة للحرارة العالية.
b) اختبار التعب **fatigue test**: لاختبار كفاءة المعدن و تحمله للتحريك المستمر (نابض مرن).
c) اختبار التصدع**crack test**.
d) اختبار النفق الهوائي: مثل اختبار تحمل هيكل الطائرة للضغط الجوي بتعريضها لتيار هوائي بسرعة ومميزات مماثلة لحالتها خلال الطيران.

اختبارات تكنولوجية

هي اختبارات تهدف من خلالها الحكم على مدى قابلية المادة لتنفيذ عمل ما مثلا: قابليتها للحام، للسباكة، الحدادة, للسحب بشكل أسلاك.

اختبارات لا إتلافية

اختبارات تهدف من خلالها الحكم على المادة قبل أن تنهار وهي اختبارات لا تؤدي لإتلاف المادة المختبرة وإنما يمكن استخدامها عدة مرات من خلالها يمكن الكشف عن وجود مواد مسامية في منطقة اللحام أو في قطعة مسبوكة أو الحكم على مدى تحمل الجسر الحديدي لظروف العمل.

أهم طرق الاختبارات اللاإتلافية:

- الاختبار بالفحص البصري **optical test**: تكبير بالمجهر.
- الاختبار بالسوائل الكاشفة(المغلغلة)**penetration test** مبدؤه: يتم وضع السائل (كزيت الكاز) والانتظار حتى يتغلغل في المسامات (إن وجدت) ثم مسحه ثم وضع مسحوق يعلق في السائل(كالطحين) فتظهر المسامات بوضوح.
- الاختبار بالتيارات الدوامية **eddy current test**: تعتمد على المبدأ المغناطيسي.
- الاختبار بالأشعة السينية**X-ray teat**.
- الاختبار بالأمواج فوق الصوتية.

اختبارات ستاتيكية

اختبار الشد:

يعد من أهم الاختبارات الميكانيكية وذلك لكثرة النتائج الحسابية التي يمكن من خلاله الحصول عليها مثل حد الانسياب أو حد المرونة أو حد الخضوع للمادة أو....

يتم اختبار الشد من خلال تحضير عينة بأبعاد نظامية وتثبيتها على آلة الشد والتأثير عليها بقوة محورية ودراسة هذا التأثير من لحظة التحميل حتى لحظة الكسر.

شكل عينات اختبار الشد:

a) عينة فيها ثقب في منطقة تثبيت الآلة بالعينة:

b) عينة ملولبة:

c) عينة بماسك متدرج:

d) عينة مسطحة:

e) عينة دائرية:

طول اختبار العينة يتبع للقطعة التي سنأخذ منها العينة والتي ستصنع منها الآلة وبشكل تجريبي يؤخذ طول عينة الاختبار وفقاً لقوانين الأطوال القياسية:

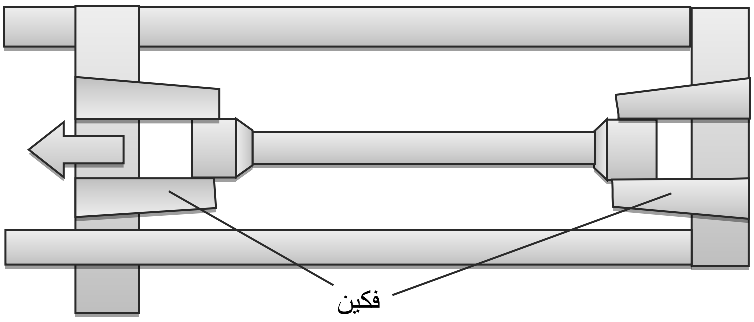
للعينات الطويلة ذات المقطع المستطيل: $l_0 = 11.3\sqrt{A_0}$،

للعينات الطويلة ذات المقطع الدائري $l_0 = 10d_0$،

للعينات القصيرة ذات المقطع المستطيل $l_0 = 5.65\sqrt{A_0}$،

للعينات القصيرة ذات المقطع الدائري $l_0 = 5d_0$،

آلات اختبار الشد: يتم وضع العينة على آلة الشد وهي عبارة عن فكين بهذا الشكل:



ملاحظات:

A. عند إكساب العينة حملاً (قوة $\vec{p}$ كما في الشكل) فإن هذا الحمل يسبب استطالة بالعينة على حساب قطر المقطع أي مع نقصان في قطر المقطع.

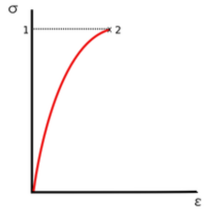
B. مجال المرونة: مجال على محور الاستطالة تبقى فيه العينة قادرة على العودة إلى وضعها الأصلي إذا انتهى الاختبار عليها والنقطة الموافقة للحد الأقصى للحمل (الإجهاد) تسمى حد الانسياب أو حد الخضوع أوحد المرونة ويسمى الخط البياني oy (بين المبدأ o والنقطة الموافقة لحد المرونة y) في المخطط بخط المرونة وتسمى نقطة نهاية المنحني c تسمى نقطة الكسر.

حد الانسياب: أكبر إجهاد تتحمله المادة بحيث يمكنها العودة إلى حالتها الطبيعية في حال إنهاء الاختبار ورفع الحمولة.

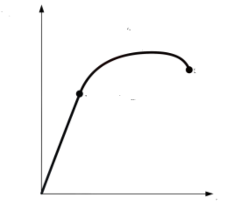
C. عند تجاوز نقطة الذروة في المخطط (في الواقع تجاوز قيمة القوة $\vec{p}$ الموافقة لنقطة الذروة) فإن شكل المقطع في العينة سيبدأ في التقعر في أطرافه وبعدها عندما يصل التقعر لحد معين يتم تكسر المادة.

D. إن هذا المخطط لا ينطبق على كل المواد فتجريبيا تم تصنيف المواد إلى خمسة أنواع:

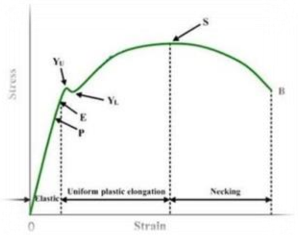
- مادة هشة: زجاج، سيراميك، فونت.



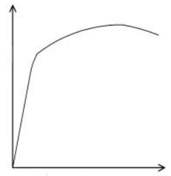
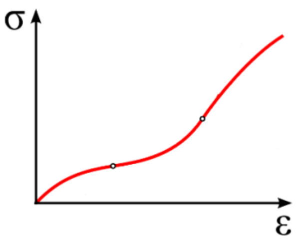
- مادة نصف مطيلية: نحاس أصفر، فولاذ متوسط نسبة الكربون، ألمنيوم سبائكي.



- مادة مطيلية ذات أساس حديدي: فولاذ منخفض نسبة الكربون.



- مادة مطيلية ذات أساس لا حديدي: ذهب، نحاس أحمر، ألمنيوم.



- مادة لدنة: بلاستيك، مطاط.